

# ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ЕНЕРГЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЛІ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Розглянуто комплексний підхід щодо дослідження впливу вузлів примикання на енергоефективність будівлі, проаналізовано програмне забезпечення для виконання дослідження.*

**Ключові слова:** енергоефективність, вузол примикання, місток холоду, термічний опір, лінійний коефіцієнт теплопередачі, термомодернізація, програмний комплекс, програма, моделювання.

## *Abstract*

*A comprehensive approach to studying the impact of junctions on the energy efficiency of a building is considered, and the software for conducting the study is analyzed.*

**Keywords:** energy efficiency, junction, cold bridge, thermal resistance, linear heat transfer coefficient, thermal modernization, software package, program, modeling

## Вступ

План України щодо енергоефективності 2025-2030 р. передбачає підвищення енергоефективності будівель [1]. Вузли примикання є зонами підвищених тепловтрат та утворення містків холоду, що призводить до зниження енергоефективності огорожувальних конструкцій. Тому при термомодернізації будівель, особливу увагу потрібно приділяти даним вузлам. Для детального аналізу енергетичних характеристик цих вузлів доцільно використовувати програмні продукти, для дослідження теплофізичних та теплоінерційних особливостей огорожень.

Метою роботи є аналіз програмного забезпечення для моделювання вузлів примикання комплексного та дослідження їх впливу на енергоефективність будівлі.

## Результати дослідження

Сучасні норми вимагають від будівель відповідність будівель високим стандартам енергозбереження. Покращення вузлів примикання є одним із важливих факторів впливу на енергоефективність будівлі при термомодернізації. «Містки холоду» значно значно погіршують теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій [2]. Тому, при розробленні конструкції вузлів примикання, доцільно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення. Далі наведені програмні продукти, що дозволять проводити аналіз як окремої конструкції, так і будівлі вцілому.

Для визначення розподілу температур у конструкції вузла, враховуючи теплопровідність різних матеріалів, використовують програму THERM[3], An Therm, DAMWERK, HEAT2[4]. Ці програмні комплекси подають результати у вигляді температурних полів та теплових потоків в конструкції у 2D та 3D вигляді. Завдяки цьому можна виявити зони підвищених тепловтрат. Більшість із них автоматично рахує лінійний коефіцієнт теплопровідності вузла, що дозволяє розробити найбільш оптимальну конструкцію. Проте, при розробленні вузлів примикання необхідно враховувати не лише термічний опір, а й вологісний режим. Для гігро-термічного аналізу використовуються програмні комплекси WUFI, Mold Simulation [5] та An Therm. У них можливо виконати моделювання накопичення вологи, висихання конструкцій, ризик конденсату, утворення

цвілі, розрахувати точку роси, парціальний тиск водяної пари із врахуванням конкретних кліматичних умов. Ці програми дозволяють виконувати моделювання динамічної двовимірної та тривимірної теплопередачі та перевірити конструкції на відповідність стандартам енергоефективності.

Для динамічного моделювання будівлі та дослідження впливу теплопровідних включень на її енергоефективність використовуються програмні комплекси: WUFIPLUS [6], IDA ICE, EnergyPlus, BLAST. Робота у них полягає у безпосередньому включенні теплопровідних включень як 2D та 3D об'єктів у програму енергетичного моделювання всієї будівлі.

Результати моделювання вузла бічного примикання віконного блоку до зовнішньої стіни будівлі наведено на рис. 1.

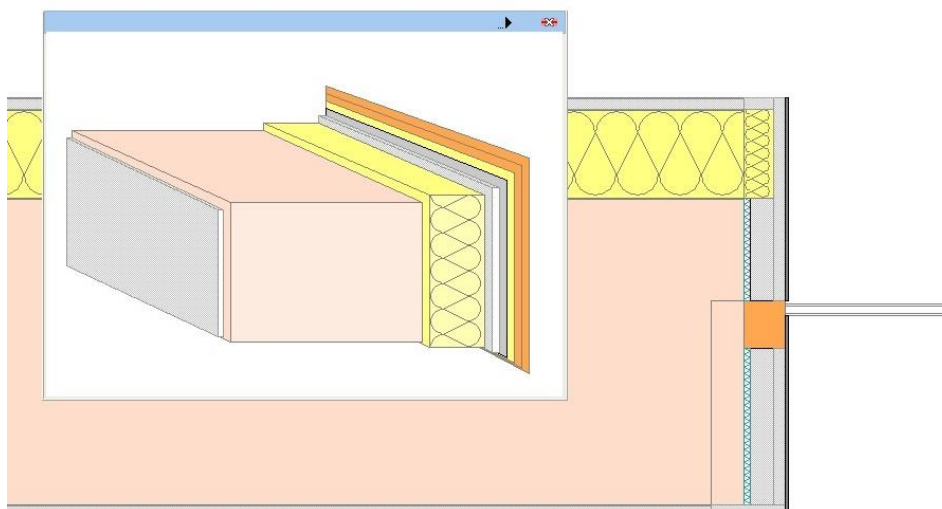


Рис. 1. Моделювання архітектурно-конструктивного виконання вузла примикання віконного блоку до огорожувальної конструкції в програмі DAMWERK

Для дослідження вузлів примикання не існує однієї універсальної програми. Найчастіше використовується комбінація інструментів. Це дозволяє комплексно оцінити вплив теплопровідних включень на енергоефективність будівлі.

### Висновки

За допомогою програм можна порівнювати різні варіанти конструктивних рішень. Програмне моделювання значно економить час і ресурси порівняно з натурними дослідженнями. Крім того, воно зменшує ризик помилок на етапі розроблення конструкцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року: Постанова Каб. Міністрів України від 29 грудня 2021 р. № 1803-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 05.03.2026).
2. Ратушняк, Г. С., Горюн, О. Ю. Моделювання теплопередачі в вузлі примикання віконного блоку до зовнішньої стіни. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2021. № 3, с. 114–118.
3. Програмне забезпечення THERM. URL: <https://windows.lbl.gov/therm-software-downloads> (дата звернення: 20.02.2026).
4. Програмне забезпечення HEAT. URL: <https://buildingphysics.com/heat2-3/> (дата звернення: 28.02.2026)..
5. Програмне забезпечення Mold Simulation. URL: <https://www.moldex3d.com/products/software/moldex3d/viewer/> (дата звернення: 21.02.2026).

6. Програмне забезпечення WUFIPLUS. URL: <https://wufi.de/en/software/wufi-plus/> (дата звернення: 27.02.2026).

**Горюн Оксана Юрївна** — аспірантка, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oksana2718@ukr.net.

Науковий керівник: **Ратушняк Георгій Сергійович** — канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем в будівництві, професор. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ratusnakg@gmail.com

**Oksana Yuriivna Horiun** — PhD student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oksana2718@ukr.net.

Supervisor: **Ratushnyak Heorhiy Serhiyovych** — Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Professor. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ratusnakg@gmail.com